

PEMROGRAMAN MOTOR *STEPPER* DENGAN MENGGUNAKAN BAHASA PEMROGRAMAN C

Protus Pieter Kalatiku* dan Yuri Yudhaswana Joeffie*

Abstract

This journal delivers topic about basic programming of stepper motor using C language. Its scope is stepper motor construction of bipolar and unipolar, controlling type (half step and full step) and the use of C language to operate stepper motor. CodeVisionAVR combined with library of AVR Studio4 is used as editor and compiler..

Keyword: *stepper motor, bipolar, unipolar, C language programming*

1. Pendahuluan

Saat ini perkembangan teknologi komputer sudah sedemikian maju. Komputer digunakan di segala bidang kehidupan manusia, mulai dari peralatan rumah tangga sampai bidang pekerjaan rumit.

Mikrokontroler, yang merupakan subsistem dari komputer, digunakan untuk mengontrol pergerakan dari motor stepper. Sedangkan area aplikasi dari motor stepper sangat luas, mulai dari membuat robot, menggerakkan lengan robot, sampai pengunci pintu otomatis. Pada area aplikasi industri, otomatisasi sudah menjadi keharusan karena alasan efisiensi dan penghematan biaya dan waktu. Hal tersebut dapat dicapai dengan menggunakan mikrokontroler.

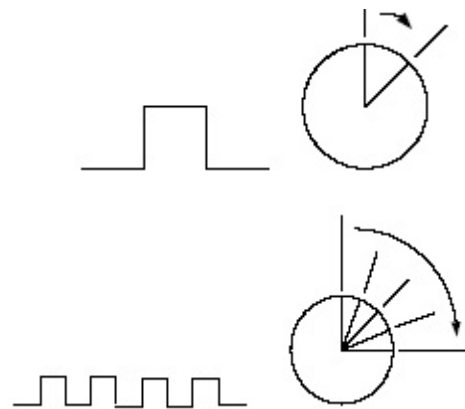
Dengan kombinasi bahasa pemrograman C dan mikrokontroler kita dapat mengatur kerja dari sebuah motor stepper. Compiler yang digunakan adalah AVR Studio4 dan CodeVision AVR versi *trial/evaluation*.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Motor Stepper

Motor stepper adalah motor listrik yang dikendalikan dengan pulsa-pulsa digital, bukan dengan memberikan tegangan yang terus-menerus. Deretan pulsa diterjemahkan menjadi putaran shaft, dimana setiap putaran membutuhkan jumlah pulsa yang ditentukan. Satu pulsa menghasilkan satu kenaikan putaran atau step, yang merupakan bagian

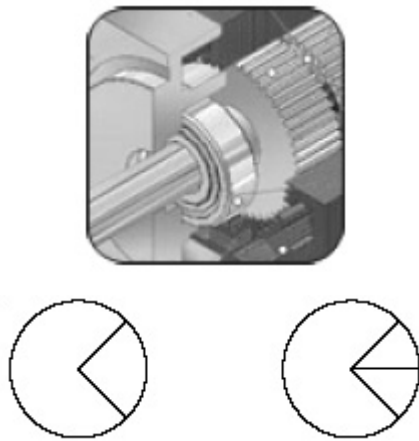
dari satu putaran penuh. Oleh karena itu, perhitungan jumlah pulsa dapat diterapkan untuk mendapatkan jumlah putaran yang diinginkan. Perhitungan pulsa secara otomatis menunjukkan besarnya putaran yang telah dilakukan, tanpa memerlukan informasi balik(feedback).



Gambar 1. Jumlah pulsa mewakili jumlah jumlah putaran

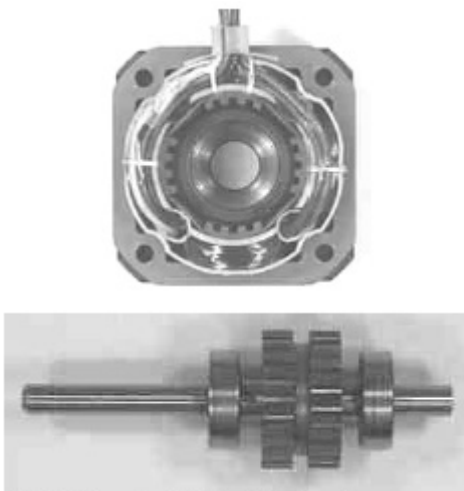
Ketepatan kontrol gerak motor stepper terutama dipengaruhi oleh jumlah step tiap putaran; semakin banyak jumlah step, semakin tepat gerak yang dihasilkan. Untuk ketepatan yang lebih tinggi, beberapa driver motor stepper membagi step normal menjadi setengah step(half step) atau mikro step

* Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu



Gambar 2. Step normal dibagi menjadi 2 (half step)

Bagian-bagian dari motor stepper yaitu tersusun atas rotor, stator, bearing, casing dan sumbu. Sumbu merupakan pegangan dari rotor dimana sumbu merupakan bagian tengah dari rotor, sehingga ketika rotor berputar sumbu ikut berputar. Stator memiliki dua bagian yaitu pelat inti dan lilitan. Plat inti dari motor stepper ini biasanya menyatu dengan casing. Casing motor stepper terbuat dari aluminium dan ini berfungsi sebagai dudukan bearing dan stator pemegangnya adalah boud sebanyak empat buah. Di dalam motor stapper memiliki dua buah bearing yaitu bearing bagian atas dan bearing bagian bawah.



Gambar 3. Bearing dalam motor stepper

Pada motor stepper umumnya tertulis spesifikasi N_p (= pulsa / rotasi). Sedangkan kecepatan pulsadiexpresikan sebagai pps (= pulsa per second) dan kecepatan putar umumnya ditulis sebagai ω (= rotasi / menit atau rpm). Kecepatan putar motor stepper (rpm) dapat diekspersikan menggunakan kecepatan pulsa (pps) sebagai berikut.

$$\left. \begin{aligned} \omega &= 60 \frac{pps}{N_p} [\text{rotasi / menit}] \\ &= \frac{60}{N_p} pps \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1)$$

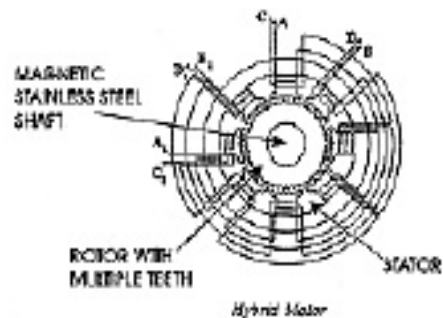
Oleh karena 1 rotasi = 360 o, maka tingkat ketelitian motor stepper dapat diekspresikan dalam rumus sebagai berikut.

$$\left. \begin{aligned} \delta &= \frac{^\circ}{\text{pulsa}} \\ \delta &= \frac{1}{N_p} [\text{rotasi / pulsa}] \times 360^\circ \\ \delta &= 360^\circ / N_p [^\circ / \text{pulsa}] \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(2)$$

Pada dasarnya motor stepper dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu:

a. *Permanent Magnet (PM)*

Sesuai namanya, motor stepper berjenis PM memiliki rotor berupa magnet permanen. Biasanya memiliki kecepatan rendah, alat dengan torsi rendah dan sudut langkah besar, bisa 45 atau 90 derajat

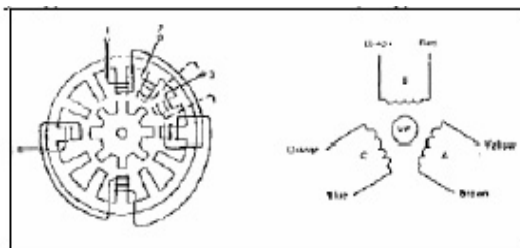


Gambar 4. Magnet permanen 90°

Gambar diatas merupakan magnet permanent sederhana 90 derajat motor magnet permanent dengan empat phase (AD).

b. *Variable Reluctance (VR)*

Motor stepper jenis ini memiliki bentuk rotor yang unik yaitu berbentuk silinder dan pada semua unitnya memiliki gerigi yang memiliki hubungan dengan kutub-kutub stator. Rotor pada magnet tipe ini tidak menggunakan magnet permanent. Stator terlilit oleh lilitan sehingga pada saat teraliri arus, stator akan menghasilkan kutub magnet. Jumlah gerigi pada rotor akan menentukan langkah atau step motor. Perbedaan motor stepper berjenis PM dengan VR yaitu motor berjenis VR memiliki torsi yang relatif lebih kecil dibanding dengan motor stepper berjenis PM. Hal lain yang dapat dilihat adalah sisa kemagnetan sangat kecil sehingga pada saat motor stepper tidak dialiri arus maka ketika diputar tidak ada torsi yang melawan. Sudut langkah motor stepper berjenis VR ini bervariasi yaitu sampai dengan 30°. Motor stepper berjenis VR ini memiliki torsi yang kecil. Sering ditemukan pada printer dan instrumen-instrumen pabrik yang ringan yang tidak membutuhkan torsi yang besar.



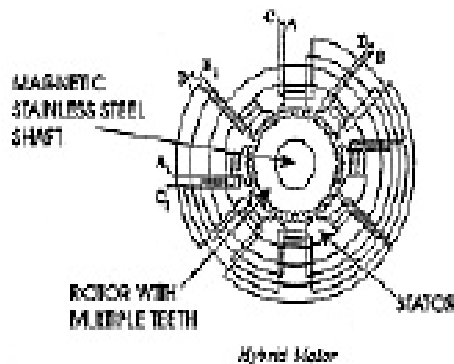
Gambar 5. Motor stepper jenis variable reluctance

Seperti pada gambar diatas, motor mempunyai 3 pasang kutub stator (A, B, C) yang diset terpisah 15 derajat. Arus dialirkan ke kutub A melalui lilitan motor yang menyebabkan tarikan magnetik yang menyejajarkan gigi rotor ke kutub A. jika kita memberi energi ke kutub B maka akan menyebabkan rotor berputar 15 derajat sejajar kutub B. proses ini akan berlanjut ke kutub C dan kembali ke kutub A searah dengan jarum jam.

c. *Permanent Magnet – Hybrid (PM-H)*

Permanent magnet hybrid merupakan penyempurnaan motor stepper di mana motor

stepper ini memiliki kecepatan 1000step/detik namun juga memiliki torsi yang cukup besar sehingga dapat dikatakan bahwa PM-H merupakan motor stepper kombinasi antara PM dan VR motor stepper. Motor hybrid mengkombinasikan karakteristik terbaik dari motor variable reluktansi dan motor magnet permanent. Motor ini dibangun dengan kutub stator yang banyak-gigi dan rotor magnet permanent. Motor hybrid standar mempunyai 200 gigi rotor dan berputar pada 1,8 derajat sudut step. Karena memperlihatkan torsi tinggi dan dinamis serta berputar dengan kecepatan yang tinggi maka motor ini digunakan pada aplikasi yang sangat luas.

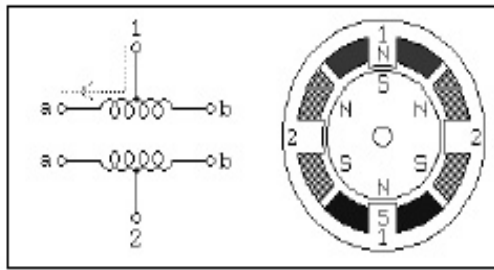


Gambar 6. Motor stepper jenis permanent magnet-hybrid

Kalau dilihat dari lilitannya, motor stepper terbagi menjadi 2 jenis yaitu:

a. *Motor Stepper Unipolar*

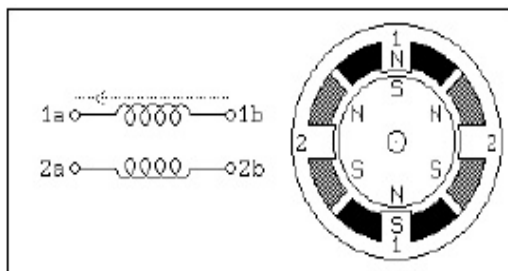
Motor stepper unipolar terdiri dari dua lilitan yang memiliki center tap. Center tap dari masing masing lilitan ada yang berupa kabel terpisah ada juga yang sudah terhubung didalamnya sehingga center tap yang keluar hanya satu kabel. Untuk motor stepper yang center tapnya ada pada masing – masing lilitan kabel inputnya ada 6 kabel. Namun jika center tapnya sudah terhubung di dalam kabel inputnya hanya 5 kabel. Center tap dari motor stepper dapat dihubungkan ke pentanahan atau ada juga yang menghubungkannya ke +VCC hal ini sangat dipengaruhi oleh driver yang digunakan. Sebagai gambaran dapat dilihat konstruksi motor stepper unipolar pada gambar berikut:



Gambar 7. Motor stepper unipolar

b. Motor Stepper Bipolar

Motor stepper bipolar memiliki dua lilitan perbedaan dari tipe unipolar adalah bahwa pada tipe bipolar lilitannya tidak memiliki center tap. Keunggulan tipe bipolar yaitu memiliki torsi yang lebih besar jika dibandingkan dengan tipe unipolar untuk ukuran yang sama. Pada motor stepper tipe ini hanya memiliki empat kabel masukan. Namun untuk menggerakkan motor stepper tipe ini lebih rumit jika dibandingkan dengan menggerakkan motor stepper tipe unipolar. Sebagai gambaran dapat dilihat konstruksi motor stepper bipolar pada gambar berikut:



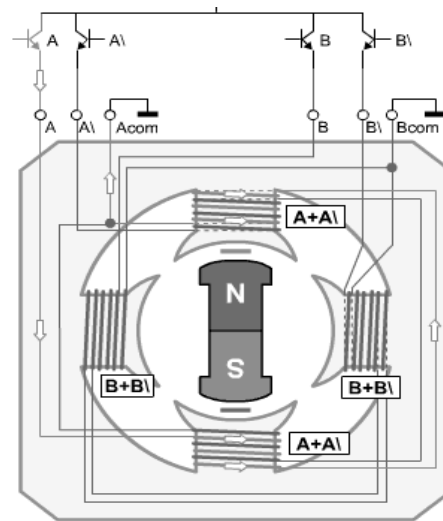
Gambar 8. Motor stepper bipolar

2.2 Bahasa Pemrograman C

Bahasa pemrograman C dikembangkan pertama kali oleh Dennis Ritchie pada tahun 1972. C dibuat untuk tujuan umum, tidak spesifik ke bidang tertentu. Meskipun bahasa C didesain untuk diimplementasikan di sistem perangkat lunak, namun bahasa C juga dapat diimplementasikan di perangkat kecil, contohnya HP dan mikrokontroler. Bahasa C memiliki kelebihan daripada bahasa pemrograman yang lain. Alasan utama adalah kedekatan bahasa C dengan mesin. Selain itu juga, bahasa C sangat fleksibel dan dapat diimplementasikan hampir di semua perangkat.

2.3 Cara Kerja Motor Stepper

Cara kerja motor stepper sangat sederhana. Ketika sebuah koil dari motor stepper diberikan energi maka poros motor stepper (yang sebenarnya adalah sebuah magnet permanen) akan menyesuaikan diri sesuai dengan kutub-kutub kumparan magnet. Jadi, ketika kumparan motor terpacu dalam urutan tertentu maka poros motor cenderung untuk menyesuaikan diri sesuai dengan kutub kumparan dan karenanya berputar. Perhatikan gambar motor stepper berikut ini:



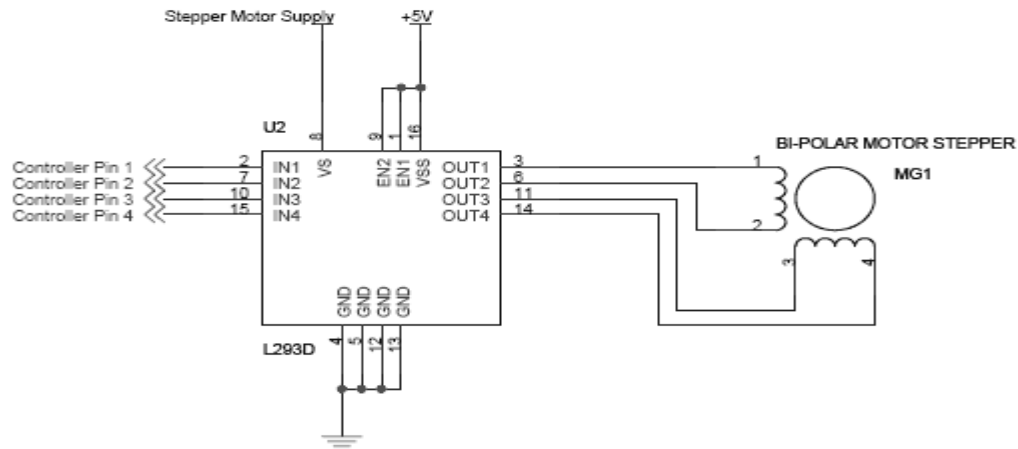
Gambar 9. Poros magnet dalam posisi awal (utara - selatan)

Ketika koil "A" diberi energi, maka akan tercipta 2 kutub polaritas, yaitu utara – selatan. Saat sudah tercipta kutub-kutub tersebut maka poros magnet akan menyesuaikan diri. Saat koil berikutnya diberikan energi maka poros magnet akan menyesuaikan diri lagi. Artinya, untuk membuat motor stepper bekerja maka diharuskan memberi energi ke setiap koil secara urut.

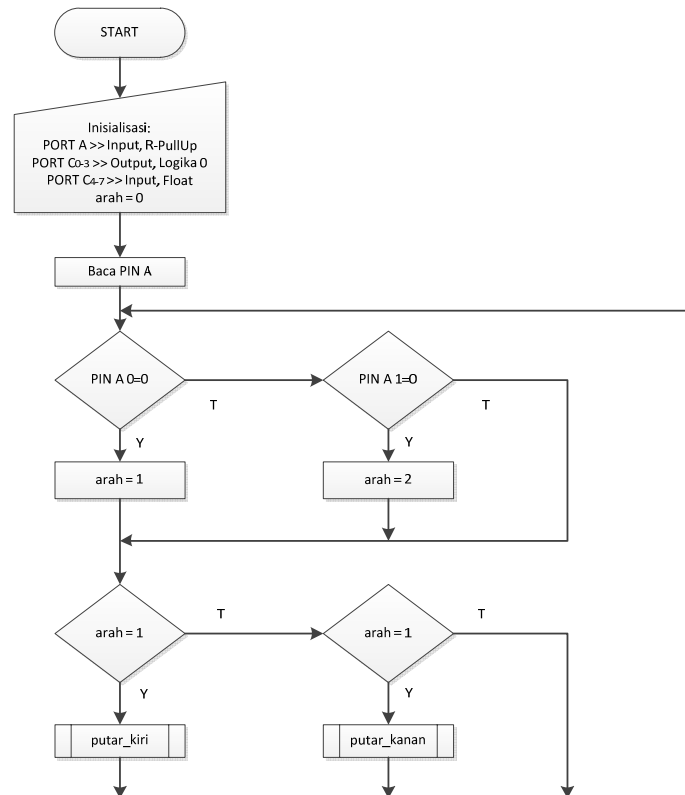
3. Pembahasan

3.1 Menghubungkan Motor Stepper Bipolar Dengan Mikrokontroler

Seperti yang sudah tertulis di awal, motor stepper bipolar mempunyai 2 koil yang berbeda. Urutan langkah motor stepper bipolar sama dengan unipolar. Rangkaian untuk bipolar ini memerlukan H-bridges untuk mengatur kutub/polaritas secara independen. Berikut ini adalah gambar rangkaiannya.



Gambar 10. Menghubungkan motor stepper bipolar dengan mikrokontroler



Gambar 11. Flowchart sistem untuk proses menggerakkan motor stepper kiri-kanan

3.2 Menggerakkan Motor Stepper Dengan Bahasa Pemrograman C

Gambar 11 menyajikan diagram alir sistem untuk menggerakkan motor stepper dengan menggunakan bahasa pemrograman C.

Berikut ini disajikan listing program bahasa C untuk menggerakkan motor stepper ke kiri dan ke kanan dengan menggunakan *compiler* CodeVisionAVR.

```

#include <mega8535.h>

void tunda (unsigned char i);
void putar_kiri (void);
void putar_kanan (void);

unsigned char w_tunda;

void main (void)
{
    char arah = 0;

    //inisialisasi port A
    PORTA = 0xFF;
    DDRA = 0x00;

    //inisialisasi port B
    PORTB = 0x00;
    DDRB = 0x00;

    //inisialisasi port C
    PORTC = 0x00;
    DDRC = 0x0F;

    //inisialisasi port D
    PORTD = 0x00;
    DDRD = 0x00;

    //inisialisasi timer counter 0
    TCCR0 = 0x00;
    TCNT0 = 0x00;
    OCR0 = 0x00;

    //inisialisasi timer counter 1
    TCCR1A = 0x00;
    TCCR1B = 0x00;
    TCNT1H = 0x00;
    TCNT1L = 0x00;
    OCR1AH = 0x00;
    OCR1AL = 0x00;
    OCR1BH = 0x00;
    OCR1BL = 0x00;

    //inisialisasi timer counter 2
    ASSR = 0x00;
    TCCR2 = 0x00;
    TCNT2 = 0x00;
    OCR2 = 0x00;

    //inisialisasi interupsi eksternal
    MCUCR = 0x00;
    MCUCSR = 0x00;

    //inisialisasi Interupsi Timer/Counter
    TIMSK = 0x00;

    //inisialisasi pembanding analog
    ACSR = 0x80;

```

```

SFIOR = 0x00;

w_tunda = 10;
while (1)
{
    if (PINA.0 == 0) {arah = 1;};
    if (PINA.1 == 0) {arah = 2;};

    switch (arah)
    {
        case 1:
            putar_kiri();
            break;
        case 2:
            putar_kanan();
            break;
    }
}

//prosedur putar kiri
void putar_kiri (void)
{
    PORTC = 0x01;
    tunda (w_tunda);
    PORTC = 0x02;
    tunda (w_tunda);
    PORTC = 0x04;
    tunda (w_tunda);
    PORTC = 0x08;
    tunda (w_tunda);
}

//prosedur putar kanan
void putar_kanan (void)
{
    PORTC = 0x08;
    tunda (w_tunda);
    PORTC = 0x04;
    tunda (w_tunda);
    PORTC = 0x02;
    tunda (w_tunda);
    PORTC = 0x01;
    tunda (w_tunda);
}

//prosedur tunda
void tunda (unsigned char k)
{
    unsigned char j, i;
    j = 0;

    while (j < k)
    {
        j = j + 1;
        i = 5;

```

```
        while (i--)\n        {\n            #asm\n            nop\n            nop\n            #endasm\n        };\n    };\n}
```

4. Kesimpulan

Motor stepper dapat digunakan diberbagai bidang, mulai dari aplikasi robot sampai bidang keamanan rumah, misal pengunci pintu otomatis. Cara operasi motor stepper yang tidak rumit membuat motor stepper menjadi perangkat yang banyak dipelajari orang. Bahasa pemrograman digunakan untuk mengontrol perilaku dari motor stepper. Pemilihan bahasa pemrograman hendaknya mempertimbangkan fleksibilitas bahasa dan kemudahan dalam memprogram. Bahasa pemrograman C mempunyai beberapa keunggulan dibanding dengan bahasa pemrograman assembler. Hal utama yang disukai dari bahasa C adalah penggunaan sintak yang lebih dekat ke bahasa manusia sehingga lebih mudah dimengerti dan lebih cepat dalam proses pengembangan perangkat lunaknya.

5. Daftar Pustaka

- Heryanto, M. Ary, dkk, *"Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATMEGA8535"*, 2008, Yogyakarta, CV. Andi Offset.
- Moh. Ibnu Malik & Anistardi, *"Bereksperimen dengan Mikrokontroller 8031"*, 1999, PT Elex Media Komputindo.
- Nalwan, PA 2003, *"Teknik Antar Muka dan Pemograman Mikrokontroller AT89C51"*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Schuler, CA & McName, WL 1993, *"Modern Industrial Electronics"*, McGraw Hill, New York.
- <http://www.expertcore.org/viewforum.php?style=4&f=18&sid=5886c9938ec5c2ad93c2316bf5d6c342>, diakses tanggal 21 November 2010.